

# **Le diagnostic et les scénarios de réhabilitation**

## **Contexte**

**Marie-Joëlle BESSE**  
**Ingénieur au Département Sites et Sols Pollués**  
**ADEME**

**Direction Déchets et Sols**  
**2 square La Fayette - BP 90406**  
**49004 ANGERS CEDEX**

**Tél : 02 41 91 40 29 - Fax : 02 41 91 40 03 - e.mail : [marie-joëlle.besse@ademe.fr](mailto:marie-joëlle.besse@ademe.fr)**

**Thierry CHASSAGNAC**  
**Expert stockage , Adjoint au Directeur Général**  
**CSD AZUR**

**75 rue de Gerland**  
**69007 LYON**

**Tél : 04 72 76 06 90 - Fax : 04 72 76 06 99 - e.mail : [t.chassagnac@csdazur.fr](mailto:t.chassagnac@csdazur.fr)**

La réhabilitation des décharges non autorisées qui sont ou doivent être fermées rentre dans le cadre d'une programmation des actions d'amélioration de la gestion des déchets définies dans les plans départementaux. Ces programmes de résorption de décharges ont pour principaux objectifs :

- de préciser les nuisances occasionnées par chaque dépôt,
- d'orienter, pour chaque site, les modalités de son réaménagement, proportionnellement aux risques mis en évidence,
- d'attirer l'attention des élus responsables sur les interventions les plus urgentes.

La poursuite et l'achèvement de ces programmes est une des priorités nationales, la procédure pré-contentieuse engagée sur ce point par la commission européenne pour infraction à la réglementation communautaire marque en effet l'importance de cette action.

Ainsi, pour répondre aux attentes fixées par la loi du 13 juillet 1992 et faire face à l'ampleur des problèmes liés aux décharges non autorisées, l'ADEME avait élaboré en 1996, à la demande du ministère en charge de l'environnement, "un guide méthodologique pour la remise en état des décharges d'ordures ménagères et assimilés".

Cette méthodologie repose sur un diagnostic simplifié et une étape de hiérarchisation des sites basée sur une grille multicritères qui permet de classer les sites en fonction des caractéristiques de la décharge (âge, taille), de ses impacts sur les eaux souterraines et superficielles, de la proximité des habitations et de la sensibilité des paysages. L'objectif de cette étape est de sélectionner de manière simple et rapide les sites en 3 classes : impact faible, moyen ou fort.

Les sites classés à impacts faibles ne nécessitent en général que des mesures d'insertion paysagère (remodelage et végétalisation) et par la suite un entretien pour éviter la réapparition de dépôts sauvages. L'inscription dans les documents d'urbanisme permet de garder la mémoire de ces sites. Dans les départements bien avancés dans cette démarche, on dénombre près de 80 % de sites classés à impact faible.

Les sites à impacts dits "moyen" et "fort" font l'objet de diagnostics approfondis dont l'objectif est de définir les travaux de réhabilitation adaptés aux impacts et à l'usage futur du site.

Lors de la phase de diagnostic, le nombre de sites classés en impact "moyen" qui doivent faire l'objet d'investigations complémentaires pour être requalifiés en impact faible ou fort, doit être limité autant que possible.

Le retour d'expériences sur l'application de ce guide méthodologique conduit aujourd'hui à proposer des voies d'amélioration et de simplification de la méthodologie de réhabilitation des anciennes décharges exploitées sans contraintes particulières, et à des ajustements de la grille multicritères.

### **Problèmes relevés dans l'analyse des études de réhabilitation des sites à impact "moyen et fort"**

L'examen des sites ayant fait l'objet de diagnostics approfondis montre la nécessité d'améliorer la démarche sur 2 aspects fondamentaux :

- la mise en évidence précise des impacts ou risques liés au site,
- l'élaboration de scénarios de réhabilitation en adéquation avec les impacts ou risques relevés, ceci afin que les travaux de réhabilitation soient proportionnés aux enjeux.

Plusieurs paramètres ont occasionné une approche insuffisamment discriminante :

- Une tendance à surestimer le risque qui s'est traduit essentiellement en un classement des sites en catégorie "moyen", impliquant donc des besoins d'études complémentaires pas toujours justifiés qui peuvent généralement être remplacés par des travaux simples, moyennant éventuellement un suivi du site, engendrant donc des coûts de réhabilitation relativement plus faibles.
- Une globalisation de l'information sous forme d'une note unique pour chaque milieu. L'analyse plus fine en terme de risque, apparaît dès lors plus tempérée et réaliste, et constitue en effet une des évolutions présentées ci-après. A titre d'exemple, une décharge importante (source forte) à proximité d'un puits de captage (cible forte) mais confinée dans un contexte argileux (transfert faible) présente un niveau de risque limité du fait de l'absence de transfert.
- Des préconisations qui recommandent systématiquement certains travaux comme la mise en place d'une couche argileuse en couverture (pour limiter les infiltrations d'eau) ou le captage et le traitement des lixiviats,
- Une adéquation des travaux aux impacts insuffisamment soulignée dans les appels d'offres / cahier des charges.
- Un souci légitime de précaution des maîtres d'ouvrage et/ou d'oeuvre qui a pu parfois privilégier des solutions onéreuses.

### **Voies d'amélioration des études de réhabilitation des sites à impact "moyen" "fort"**

Les travaux de réhabilitation des anciennes décharges doivent être adaptés à l'impact constaté des sites sur l'environnement, considérer l'amélioration qui peut en résulter et adaptés à l'usage futur du site. Les travaux de réhabilitation d'anciennes décharges visent à

remédier ou résorber une situation issue de pratiques passées peu respectueuses de l'environnement. Ainsi, dans ce contexte, suite donc notamment au retour d'expériences des différents utilisateurs de ce guide méthodologique et des résultats des programmes de recherche et développement, l'ADEME a jugé nécessaire de réactualiser ce document technique, dans l'optique de la recherche d'une adéquation optimale entre niveaux des impacts et besoins en travaux, en y associant le devenir futur du site. L'optimisation du rapport bénéfice environnemental / coûts se trouve ainsi améliorée.

La démarche doit répondre aux principes suivants :

- proportionnalité : une cohérence doit exister entre le degré d'approfondissement des études, l'importance de la pollution et son incidence prévisible, et l'impact escompté des travaux,
- spécificité : les travaux de réhabilitation à réaliser doivent prévenir l'apparition ou la persistance de risques ou de nuisances pour l'homme ou les autres cibles identifiées (écosystèmes, ressources en eau, biens matériels) ; l'objectif de réhabilitation est donc déterminé au cas par cas, par une approche spécifique, en fonction des risques encourus.

Un outil permettant l'élaboration ou la validation des scénarios de travaux est proposé dans un CD annexé au guide. Cet outil met en regard dans un tableau à double entrée les critères d'évaluation (niveau d'impact, devenir du site, ...) avec les scénarios types et les actions complémentaires. Quatre familles de scénarios et onze scénarios types peuvent être définis à partir des configurations de sites les plus récurrents. Selon les besoins, ils pourront être complétés par des actions complémentaires.

## **Intervention de T. Chassagnac**

### **Amélioration de la méthodologie existante**

Les points faibles de l'ancienne méthodologie ont été améliorés comme suit :

- La méthode ancienne est très globalisante : puisque l'ensemble des notes sont agrégées pour faire une note globale unique. Cet effet « noie » des critères isolés mais significatifs. Exemple : 2 sites identiques importants proches de captages mais qui ne diffèrent que par la nature du substratum argileux pour l'un, sableux pour l'autre. Ces sites auront la même note alors que le niveau du risque est notablement différent pour les deux sites.
- La décomposition par terme de risque : Source-transfert-cible de la nouvelle méthode fait clairement ressortir un problème sur le transfert pour le site sableux et le place en risque fort
- La méthode ancienne est assez pénalisante : en effet pour chacune des 8 familles de critère, on ne retient que la note de risque maximum, même si toutes les autres sont très faibles
- L'amélioration de la méthodologie tient compte de la note réelle de la famille de critère (soit la moyenne de l'ensemble des critères et non plus la note la plus défavorable)
- La méthode ancienne est peu discriminante : du fait de la caractéristique précédente, on retrouve souvent la même note pour des sites qui sont manifestement très différents
- Dans la nouvelle méthode les sites sont plus différenciés
- La méthode ancienne ne tient pas compte de la fiabilité de l'information (note de doute). De ce fait un site à risque moyen parce que le risque est réellement moyen ne sera pas différenciable d'un site classé moyen par manque d'information (en effet en cas d'absence d'information l'évaluateur aura tendance à mettre une note moyenne) . C'est pour cette raison que l'on retrouve énormément de sites moyens avec la méthode du guide actuel.

- Dans la nouvelle méthode, il est introduit une note de doute qui pour les sites à impact moyen et en cas de manque d'information fait passer le site en risque fort (nécessité d'une étude pour pallier aux manques d'information) ou en risque réellement moyen qui ne nécessitera que des travaux
- Il manque des critères essentiels à l'ancienne méthode
- Les nouveaux critères suivants ont été intégrés :
  - Relation nappe-déchets : dans 10 à 20 % des cas les déchets sont en contact permanent ou temporaire avec les eaux souterraines (sur sources, dans gravière noyée) le niveau de risque est plus important. Il est impératif d'en tenir compte.
  - Débit du cours d'eau : selon la taille de la cible (ruisseau ou fleuve) le niveau d'impact est très différent pour un même rejet (même site) : Il est impératif d'en tenir compte
  - Densité de population dans un rayon de 500 m : Le niveau de risque sera très différent si la cible est constituée d'un riverain ou de 100 riverains : Il est impératif d'en tenir compte
  - Odeurs
  - Aspect de surface : en terme de visibilité l'impact est très différent selon que la décharge est reconquise par la végétation, recouverte de terre ou avec déchets visibles.
  - Profondeur de la nappe : qui n'existait pas dans la version précédente.
  - Terme ruissellement du bilan hydrique : Il n'y avait pas de possibilité de faire la différence entre un site avec fort ruissellement en provenance de l'extérieur et un site sans,
  - Terme infiltration du bilan hydrique : Il n'y avait pas de possibilité de faire la différence entre un site penté recouvert d'argile (peu de production de lixiviat) et un site en contre pente recouvert de sable (forte production de lixiviat)
  - Distance à un élément culturel touristique
  - Stabilité du dépôt
- Les seuils de passage d'une classe de risque à une autre sont identiques et fixés une fois pour toute pour tous les milieux ce qui n'est pas justifié.
- Les seuils de la méthode améliorée ont été calés progressivement sur la base d'une comparaison entre les résultats de la méthode et l'avis d'expert. Ils peuvent être adaptés à tous moments de façon aisée.

Un outil permettant l'élaboration ou la validation des scénarios de travaux.

Il permet également d'évaluer le coût de la solution pour des conditions standards à partir de ratios définis par l'expérience et de données simples issues du site (surface, volume, ...). L'évaluation des enveloppes budgétaires est d'un ordre de précision de 30 % environ.

Les scénarios envisagés devront faire l'objet d'étude technico-économique précise.

### **Les critères d'élaboration des scénarios**

Les principaux critères d'élaboration et d'évaluation des scénarios de travaux sont les suivants :

- Potentiel polluant et impacts du site
- Critères technico-économiques : parmi ces critères on retrouve souvent :
  - la disponibilité des matériaux : cet aspect est très souvent déterminant pour le choix de la solution car les postes transport et fourniture des matériaux constituent une part importante des coûts. Une enquête sur la disponibilité locale des matériaux (terre végétale, argile, matériaux drainant) est indispensable pour valider la faisabilité et le niveau de coût de la solution

- Présence d'équipements locaux : la présence d'une station d'épuration locale, voire plus rarement d'un besoin local de chaleur peut influencer sur le choix de la solution de traitement des lixiviats ou des gaz le cas échéant, voire sur le choix de la couverture. Par exemple, on pourra chercher à diminuer le coût du poste couverture (diminution des performances) au profit d'un traitement des rejets dans les équipements existants si leurs capacités sont suffisantes et leurs connexions économiquement réalisables. La présence de sites de stockage de déchets à proximité peut incliner au choix d'une évacuation du dépôt.
- Emprise disponible : la problématique de limitation d'emprise peut également fortement influencer sur le choix des techniques / matériaux à mettre en œuvre. Les cas d'un besoin de libérer ou limiter l'emprise sont possibles en zone à forte pression urbaine et dans le cas de projets divers sur une emprise concernant la décharge (route, TGV, ...).
- Devenir du site : cet aspect est déterminant sur le choix de la solution et doit être proposé par le maître d'ouvrage dans ses grandes lignes avant la définition des scénarios, l'analyse de la compatibilité d'un souhait par le bureau d'étude étant indispensable. En effet, l'instabilité des déchets (tassements), les risques résiduels liés aux écoulements de lixiviats ou à la production de biogaz doivent être pris en considération. On pourra distinguer les cas suivants :
  - Reconversion pour usage sans structures sensibles : notamment les projets de reconversion à vocation de traitement des déchets : usage en stockage de déchets inertes, stockage et traitement de déchets verts (sous réserve d'une étanchéité sensible).
  - Reconversion pour usage avec structures sensibles : c'est le cas des projets comportant des ouvrages rigides, des fondations, des réseaux sensibles, des bâtiments, ... De forts surcoûts peuvent être induits pour autoriser la mise en place de telles structures sur un massif de déchets du fait des travaux spéciaux nécessaires (pieux, fondations spéciales, surdimensionnements, ...).
  - Reconversion avec fréquentation humaine (aires de jeux, jardins d'agrément, aires de repos...) : la présence d'un public non averti, constitue une cible potentielle vis-à-vis des risques résiduels liés aux effluents liquides et gazeux qui peuvent se manifester. Un zonage en terme de risque doit être établi pour évaluer l'implantation du projet sur le site. De forts surcoûts peuvent être induits pour autoriser la fréquentation du public du fait des travaux complémentaires nécessaires (captage du gaz, confinement complémentaires, ...)
  - Reconversion sans usage futur particulier.

On pourra également évoquer des critères complémentaires pouvant, selon le contexte, prendre un caractère fondamental comme la sensibilité locale (riverains, associations de défense de l'environnement, ...) ou la faisabilité réglementaire. Toutes les étapes de la démarche de réhabilitation nécessitent l'élaboration d'un programme d'ensemble d'actions de communication.

### ***Les scénario types***

4 familles de scénarios et 11 scénarios types peuvent être définis à partir des configurations de sites les plus récurrentes. Selon les besoins ils pourront être complétés par des actions complémentaires.

- Ne rien faire ou presque : ce scénario consiste à ne pas modifier la situation actuelle.
  - Aucun travaux : il convient essentiellement dans les cas où l'impact est jugé nul et que le site est naturellement reconquis par le milieu naturel.

- Restreindre l'usage et surveiller : ce scénario est à étudier lorsque le niveau de risque est fort et que des solutions lourdes sont seules aptes à supprimer ce risque. Il consiste à supprimer l'exposition des cibles par restriction d'usage (suppression d'un captage, limitation des cultures, ...). Cette mesure peut s'accompagner de la mise en place de servitudes d'utilité publique par les autorités préfectorales (cf. Guide pour la mise en œuvre des servitudes téléchargeable sur [www.fasp.info](http://www.fasp.info), outils méthodologiques). Un réseau de surveillance des milieux est à mettre en place (eaux superficielles, souterraines, air, ...) d'autant plus développé que le niveau de risque est élevé.
- Remodelage – couverture : cette famille de scénario répond souvent aux objectifs de réhabilitations les plus courants. Elle consiste à terrasser le massif de déchets afin de lui conférer les pentes assurant l'écoulement des eaux en surface et la stabilité du massif, puis à couvrir les déchets par un complexe de sols ou d'étanchéités artificielles dont les performances sont en général dictées par le niveau de risque (sensibilité, usage) et/ou le potentiel polluant en place. La recherche d'une insertion paysagère optimale ou des problèmes d'instabilité pourront induire un remodelage plus développé (terrassement supplémentaire). On peut dégager 3 niveaux de performances de couverture :
  - Couverture terreuse simple : elle n'a pas en général d'objectif fort de réduction de l'infiltration vers les déchets du fait de l'absence de risque ou, dans le cas d'un potentiel polluant significatif, de transfert important vers les cibles. La fonction de la couverture est essentiellement l'aptitude à la végétalisation.
  - Couverture semi perméable : on recherchera à limiter la pénétration d'eau en utilisant des matériaux naturellement peu perméables ou facilement imperméabilisables. Cette solution est adaptée aux massifs de déchets dont on souhaite « tarir » progressivement le potentiel polluant en autorisant un flux d'eau nécessaire à la dégradation des déchets pour aboutir à terme à une stabilisation des déchets.
  - Couverture imperméable : il n'existe pas d'étanchéité absolue et la solution consiste à bloquer, au mieux des techniques disponibles, toute entrée d'eau au sein des déchets pour stopper leur lixiviation et l'émission de polluants associés vers les cibles potentielles. Cette solution ne permet pas ou peu les phénomènes de diminution de potentiel polluant (dégradation, lixiviation, ...) et les reporte de la durée de vie de la couverture (reprise de ces phénomènes après pertes de performance des dispositifs d'étanchéité).
- Evacuation du dépôt : l'évacuation du dépôt ne se justifie économiquement que dans les rares cas de besoin de libérer ou limiter l'emprise : en zone à forte pression urbaine, cas de projets divers sur une emprise concernant la décharge (route, TGV, ...). Se pose également le problème de l'exutoire des déchets évacués. On pourra parfois dans les cas de programme de réhabilitation multi-sites satisfaire sur un site un besoin de matériaux de comblement par l'évacuation d'un autre. Dans le reste des cas, c'est la solution coûteuse du re-stockage en Centre de Stockage de Déchets Ultimes (CSDU) ou en stockage d'inertes qui représente l'alternative. Pour diminuer les coûts du stockage, on peut envisager le tri sur site des déchets de façon à limiter les quantités à stocker dans les filières coûteuses, voire pour produire des matériaux terreux pour les besoins du projet. Les techniques peuvent être mécanisées et manuelles et faire intervenir divers niveaux de technicité. Elles sont à adapter à la composition des déchets ce qui nécessite des investigations spécialisées. Pour plus d'information on pourra se reporter au document ADEME « Crible de décharge : état des lieux et avenir », Ronan SEBILO, Avril 2004.
- Reconversion du site
  - En classe 3 : la reconversion du site en centre de stockage pour déchets inertes, de façon définitive ou transitoire (pendant la durée de la période de réhabilitation), peut

permettre une fourniture de matériaux divers à bon marché, voire peut être une source de recette pour compléter le financement des travaux. Les matériaux type déchets de démolition pourront servir au façonnage du dôme final et les matériaux plus nobles, de type déblais, pourront après amendement constituer la couche de végétalisation. Cette solution, surtout valable pour les petits sites n'ayant pas un potentiel polluant important, nécessite par contre l'organisation d'une exploitation. On analysera la sensibilité du contexte environnemental pour évaluer la compatibilité d'une exploitation de stockage d'inertes. Cette solution demande une régularisation du site (autorisation municipale) sur la durée prévue de l'approvisionnement pour recevoir des déchets inertes. Cette solution demande une régularisation du site (autorisation municipale) sur la durée prévue de l'approvisionnement pour recevoir des déchets inertes.

- En station de transit/compostage de déchets verts : le besoin d'aires de stockage relativement étanches peut être mis à profit en terme de couverture. On analysera par contre l'incidence de pentes plus faibles, des tassements, ...
- En usages ouverts au grand public : aires de jeux, jardin d'agrément, aire de repos, ... sont possibles sous réserve d'absence de risques ou d'une maîtrise garantie des risques résiduels. En cas de potentiel polluant significatif, les solutions sécuritaires seront privilégiées et sources de coûts importants.

Ces scénarios types peuvent, selon les besoins, être complétés par des actions complémentaires ciblées en fonction des problématiques de biogaz et de lixiviats.

- Problématique biogaz : entre les solutions extrêmes, il existe des voies intermédiaires répondant à des besoins gradués. Sauf impact ou risque lourd, la décision d'agir et le niveau d'action sont souvent plus le fait de choix « politique » ou d'obligations réglementaires que d'application de règles techniques précises.
  - Optimiser l'atténuation naturelle : par augmentation de l'épaisseur de la couverture, surdosage en matière organique (compost), densification de la végétalisation, on peut aboutir à un abattement significatif (10 à 30 %) du méthane et de l'effet de serre lié à ce gaz.
  - Drainage simple plus événements et/ou biofiltre : l'action de drainage sous couverture est souvent un minimum nécessaire en cas de couverture étanche pour éviter une migration latérale souterraine incontrôlée. L'ajout d'un biofiltre à compost peut permettre l'abattement d'une part de la production de méthane.
  - Captage et incinération/valorisation
- Problématique lixiviats : dans de très nombreux cas, la mise en place d'une couverture est à même de réduire significativement la production de lixiviats et de supprimer les besoins de traitement. Toutefois, certaines configurations, notamment celles induisant un contact permanent avec les eaux, font perdurer ce besoin. De même, ce besoin peut être maintenu si un comparatif économique montre qu'une réduction du poste couverture avec l'intégration d'un poste traitement est préférable à une couverture performante. Une gamme d'actions complétant les scénarios est adaptée aux différents cas.
  - Optimiser l'atténuation naturelle : quand la production de lixiviats et son impact ne sont pas techniquement ou économiquement réductibles et que le milieu encaissant le permet en terme d'impact résiduel et d'aptitude, des techniques de traitement rustiques (lagunage, filtration naturelle, ...) peuvent compléter les scénarios de base.
  - Traiter sur site : quand la production de lixiviats et son impact ne sont pas techniquement ou économiquement réductibles et que le raccordement à une station de traitement locale n'est pas possible, une solution de traitement peut s'imposer.

- Traiter hors site : quand la production de lixiviats et son impact ne sont pas techniquement ou économiquement réductibles et que le raccordement à une station de traitement locale est possible.
- Problématique instabilité : les déchets étant compressibles et se dégradant, ils induisent un tassement évolutif en surface. La réhabilitation ou la reconversion du site devra en tenir compte, notamment en terme de type de couverture. De plus, des problèmes de stabilité plus complexes peuvent se poser dans certaines configurations :
  - les pentes trop fortes ou l'absence de maîtrise des eaux peuvent générer une instabilité latérale (glissement) qui sera traitée par remodelage et maîtrise des eaux (couverture, fossés, ...) voire par mise en place de soutènement (masque drainant, enrochements, murs, ...) ;
  - les incendies internes se traduisent par des combustions lentes pouvant se manifester sur des durées significatives (parfois sur plusieurs années). Ils sont favorisés par des entrées d'air dans le massif. Leurs traitements requièrent des travaux spécifiques à évaluer par des études et investigations particulières, notamment pour éviter que les impacts des remèdes appliqués ne dépassent pas ceux constatés auparavant. Des solutions de type excavation partielle, isolation des zones concernées, tamponnage thermique, arrosage, peuvent être prescrites.
- Problématique insertion paysagère-végétalisation : les scénarios doivent être complétés, sauf réaménagement spécifique, par une étape de revégétalisation du site pour favoriser l'intégration paysagère, limiter l'infiltration et assurer la pérennité de la couverture du site en évitant l'érosion. Des conditions climatiques et hydrologiques favorisant l'érosion, des pentes trop raides peuvent nécessiter un surdimensionnement (surépaisseur) et des protections supplémentaires (nattes fixantes, paillis, revêtement granulaires). De même la recherche d'une insertion paysagère optimale pourra induire la recherche d'un modelé plus adapté (terrassement supplémentaire) ou d'espèces végétales plus particulières nécessitant un surdimensionnement du support. Les deux solutions ci-après sont parmi les plus courantes et on adaptera la solution en fonction de la disponibilité des matériaux :
  - par apport de terre végétale et semis : quand elle est disponible, la terre végétale constitue le meilleur support. Un choix d'espèces végétales adaptées aux conditions du site et du sol y est ensuite semé par des techniques variés ;
  - par amendement du sol disponible et semis : quand la terre végétale n'est pas disponible on peut, en enrichissant un sol stérile, disponible plus facilement, par de la matière organique (compost par exemple) et des amendements minéraux, obtenir un support apte à la végétalisation.
- Problématique eaux de surface : la maîtrise du ruissellement doit être obtenue sur le site pour assurer au mieux l'évacuation des eaux pluviales et assurer la pérennité de la couverture du site en évitant l'érosion. Des techniques classiques de réalisation de busages, canaux et fossés sont mises en œuvre à cet effet. Les ouvrages devront être dimensionnés en fonction des conditions hydrologiques et hydrauliques et des tassements attendus.

### **Une vision globale de la démarche de réhabilitation**

Le sommaire du nouveau guide reprend l'ensemble des étapes à suivre depuis l'inventaire des sites jusqu'à la réception des travaux en intégrant les démarches administratives, la communication...